

## Illustration de la notion de tension

### EN CLASSE DE QUATRIEME

par Christian GIRAUD,

Collège André-Maurois, Limoges.

---

Les principales difficultés rencontrées par les élèves proviennent du fait qu'ils n'ont pas une « vision » globale des tensions dans l'ensemble du circuit électrique.

Pour eux, le schéma électrique ne leur permet de penser et de raisonner qu'en fonction des notions de courant et d'intensité. Le « raisonnement séquentiel » qui en « découle » ne leur permet pas d'analyser de façon rigoureuse une situation donnée et les conduit à des résultats qui ne correspondent pas à l'expérience (voir B.U.P. n° 657, pages 81 à 102).

S'il est parfois tentant d'utiliser une analogie (hydraulique-thermique...) pour présenter ces notions délicates, il n'en est pas moins risqué d'appliquer ces analogies sans réserves, aussi ai-je préféré rechercher une autre méthode.

Pour remédier aux difficultés que rencontraient mes élèves, j'ai pensé donner à la tension une plus grande valeur sans pour autant la privilégier vis-à-vis de l'intensité et de la puissance. Tout d'abord la présenter avant l'intensité et la puissance, ensuite, lors de l'étude de l'intensité, revenir pour chaque type de montage sur les résultats obtenus au moment de l'étude de la tension et ainsi établir certaines relations entre tension et intensité.

Le problème est donc de présenter la tension avec un support permettant un raisonnement applicable à tout circuit. Après avoir constaté que la notion d'intensité posait moins de problèmes de compréhension si, sur le schéma, on coloriait d'une même couleur les portions de circuit où l'intensité est la même, j'ai pensé utiliser une méthode semblable pour illustrer la notion de tension.

Cette fois-ci, une couleur ne correspond plus à une tension mais à un « potentiel » (terme que l'on n'a pas à prononcer en quatrième) :

— le schéma électrique ne permettant pas de « visualiser » la tension, il est alors nécessaire d'associer à chaque schéma un

« diagramme » où les potentiels sont représentés par des niveaux ;

- la tension entre deux points sera « matérialisée » par la différence entre deux niveaux sur le diagramme ;
- la tension entre deux points situés sur un même niveau sera nulle ;
- à chaque niveau du diagramme on associe une couleur que les élèves reportent sur la portion de circuit correspondante du schéma électrique.

Ainsi, pour chaque circuit électrique, l'élève a une vue globale des tensions en regardant le diagramme sur papier millimétré et le schéma colorié.

1. LE ROLE DU GENERATEUR (fig. 1 et 2).

Le voltmètre sera décrit et présenté comme un appareil permettant de mesurer la tension entre deux points. Les mesures étant effectuées sur des circuits électriques alimentés par des

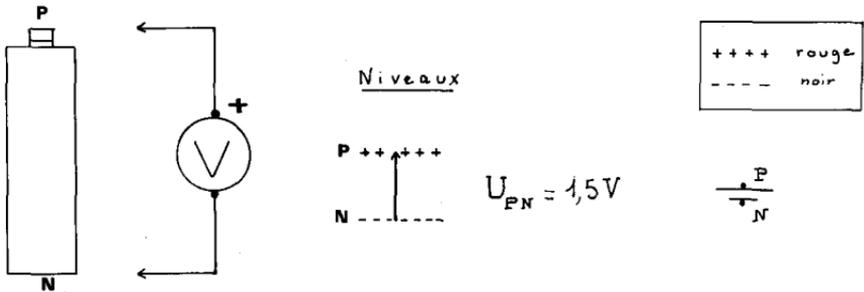


Fig. 1

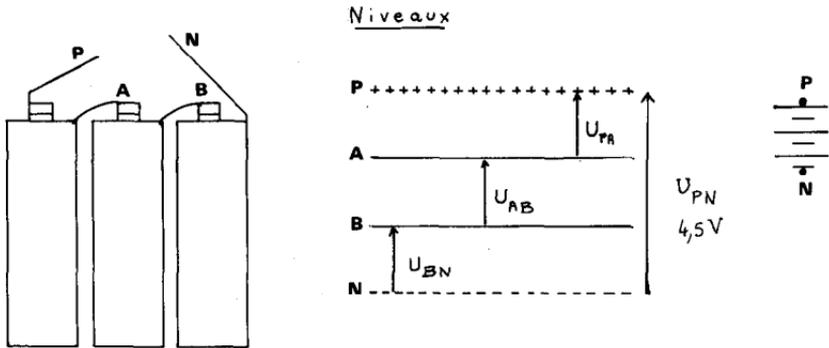


Fig. 2

piles ou des redresseurs, il sera indispensable de préciser que l'utilisation du voltmètre sera faite en continu (en utilisant correctement les calibres).

### Mesure de la tension aux bornes d'une pile.

Les deux points entre lesquels la tension est mesurée ne sont pas « identiques ». Une mesure réalisée par le professeur avec un appareil à zéro central montrera que le branchement du voltmètre n'est pas quelconque. Les élèves devront bien respecter les liaisons :

$$\text{PILE} \left\{ \begin{array}{l} \text{Borne + (P)} \longleftrightarrow \text{Borne +} \\ \text{Borne - (N)} \longleftrightarrow \text{Borne -} \end{array} \right\} \text{VOLTMÈTRE.}$$

Ensuite, les deux niveaux (P) et (N) du générateur entre lesquels existe une tension seront représentés sur papier millimétré.

Par convention, le niveau P sera situé au-dessus du niveau N :

- les mesures seront effectuées avec une pile de 1,5 V et une pile 4,5 V,
- les mesures de la tension sur une pile usagée et sur une pile hors d'usage montreront la diminution progressive de la tension entre les deux niveaux,
- avec la pile 4,5 V, les mesures des tensions pour chaque élément de pile et pour l'ensemble de la pile permettront de comprendre le but de l'association des éléments de pile et le schéma.

### Conclusion.

Le générateur en bon état, même s'il n'est pas branché sur un circuit électrique maintient une tension entre ses bornes.

## 2. LE RECEPTEUR.

Les expériences de sixième ont montré qu'une bonne adaptation de tension devait exister entre le générateur et le récepteur. Les lampes de tension nominale 3,5 V sont bien adaptées à la tension aux bornes des piles plates 4,5 V. Il sera possible de montrer que cette même lampe éclaire très faiblement avec une pile de 1,5 V (sous-tension) ou très fortement (sur-tension) avec un redresseur de 6 V.

Il sera possible d'utiliser des lampes de même tension nominale (3,5 V) mais de puissances nominales différentes et de montrer ainsi qu'une autre grandeur propre à la lampe joue un rôle dans le circuit électrique.

Enfin, il sera possible de signaler que certains récepteurs fonctionnent différemment ou ne fonctionnent pas du tout si la tension entre les bornes du générateur n'est pas appliquée dans le « bon sens » aux bornes du récepteur.

La lampe sera à la fois récepteur et détecteur de courant électrique (la notion de courant électrique a été présentée en cinquième).

### 3. ROLE DE L'INTERRUPTEUR.

L'étude repose sur l'expérience « troublante » pour les élèves où l'on mesure simultanément avec deux voltmètres la tension entre les bornes d'une lampe et celle aux bornes d'un interrupteur lorsque celui-ci est ouvert ou fermé (fig. 3).

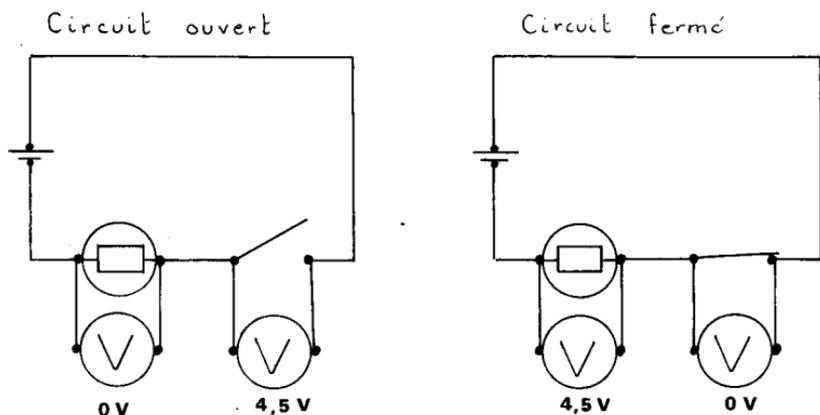
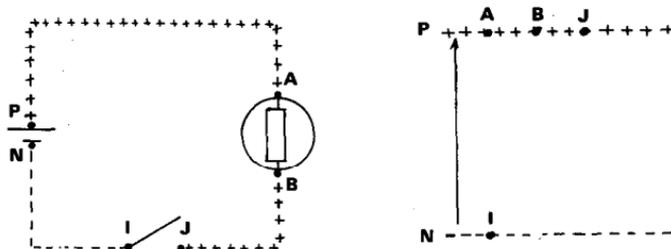


Fig. 3

Son interprétation est très importante car elle permet de modifier l'idée que les élèves se font de l'interrupteur en ne voyant en lui qu'une sorte de « robinet d'électricité ». Le fait d'« ouvrir » le circuit électrique arrête le courant électrique dans toute la maille (la lampe qui détecte le courant électrique est éteinte).

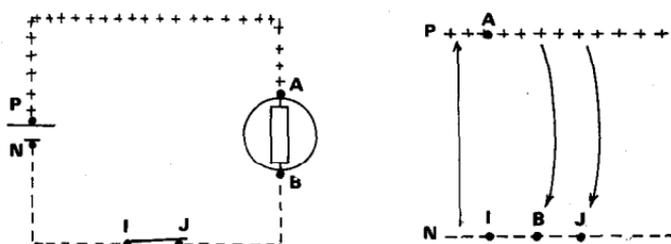
Une étude globale doit être faite pour une bonne compréhension du rôle de la tension dans le circuit électrique. L'étude sera faite sur le circuit simple-allumage (fig. 4 et 5) :

- a) pour limiter le nombre de mesures, il est commode de mesurer les tensions en laissant toujours le voltmètre branché sur la borne négative du générateur. Les mesures de  $U_{IN}$ ,  $U_{JN}$ ,  $U_{AN}$ ,  $U_{BN}$ ,  $U_{PN}$  seront effectuées :



$$U_{AB} = 0 \text{ V}$$

Fig. 4



$$U_{AB} = U_{PN}$$

Fig. 5

- en circuit ouvert,
- en circuit fermé ;

- b) après avoir choisi une échelle ; les différents niveaux seront portés sur papier millimétré à partir du niveau N ;
- c) ensuite, sur le schéma, on colorie d'une même couleur les portions du circuit correspondant au même niveau.

### Conclusions.

Deux demi-circuits apparaissent délimités par :

- l'interrupteur en circuit ouvert,
- la lampe en circuit fermé.

La tension entre deux points pris séparément sur chacun d'eux est voisine de la tension aux bornes du générateur.

La tension entre deux points d'un même conducteur du circuit est nulle, ce qui permet d'attribuer à tout le conducteur le même potentiel (niveau).

La tension aux bornes du générateur est plus faible en circuit fermé qu'en circuit ouvert.

Les diagrammes permettent de déduire les tensions intermédiaires  $U_{AB}$ ,  $U_{IJ}$ ,  $U_{BJ}$ , ... ; il est possible de les vérifier expérimentalement.

**Conséquences pratiques.**

La tension existe entre deux conducteurs reliés chacun aux bornes d'un générateur : alimentation par câbles aériens des trolleys, tramways...

Entre deux points de conducteurs appartenant au même demi-circuit, la tension est pratiquement nulle.

**4. CIRCUIT SERIE - CIRCUIT DERIVATION** (fig. 6 et 7).

La représentation graphique et le schéma coloré (interrupteur fermé) montrent que la tension aux bornes du générateur est appliquée :

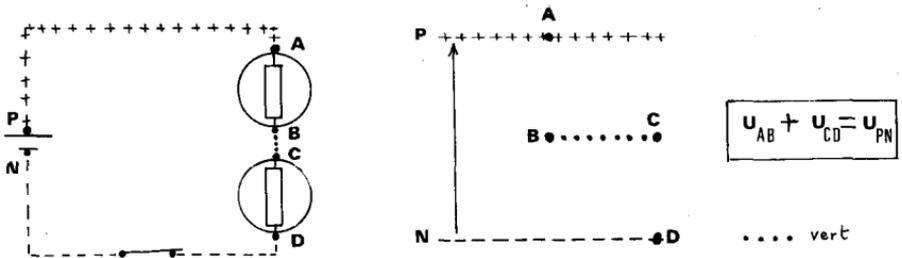


Fig. 6

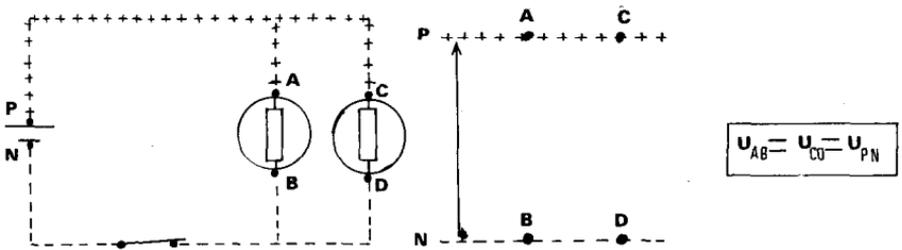


Fig. 7

- aux bornes de l'ensemble des récepteurs en série,
- aux bornes de chaque récepteur en dérivation.

**Conséquences.**

Adaptation des lampes en tension.

Les lampes (3,5 V) éclairent normalement avec une pile de 4,5 V lorsqu'elles sont en dérivation, mais, mises en série, elles éclairent faiblement.

Pour que les lampes éclairent normalement en série, il faut prendre des lampes dont la tension nominale est plus faible.

##### 5. PROLONGEMENT DE LA NOTION.

Arrivé au terme de la présentation de cette notion de tension, et pour préparer les leçons suivantes, il est bon de réunir les constatations faites au cours de l'étude et concernant le comportement de la lampe (détecteur de passage de courant). Une même lampe éclairera différemment selon la tension qui est appliquée à ses bornes. La présentation de l'intensité en sera facilitée et peut-être sera-t-il possible de parler (sans trop insister) d'une grandeur propre à la lampe qui conditionne l'intensité : la résistance.

Pour chaque montage de l'étude ultérieure de l'intensité, il serait souhaitable d'avoir côte à côte les mesures de tension et d'intensité et de voir que ces grandeurs sont en relation ; cela permettrait une vue plus globale du circuit électrique.

---

## ANNEXE

---

### QUELQUES APPLICATIONS DE CETTE METHODE

De nombreux exercices peuvent être proposés :

- Comment obtenir un générateur dont la tension entre les bornes est 3 V ?
- Quelle est la tension aux bornes de 2 piles de 4,5 V en parallèle ?

**Exemples d'exercices sur schéma avec vérification pratique ensuite.**

*Méthode pratique :*

- a) Commencer à colorier les niveaux P en rouge et N en noir :
- la couleur s'arrête à l'entrée d'un récepteur,
  - la couleur traverse un interrupteur fermé,

- à une bifurcation, la couleur continue sur chaque branche jusqu'à un récepteur,
- si les deux couleurs rouge et noir se rencontrent sans traverser un récepteur, le générateur est court-circuité.

- b) Ensuite, on utilise une couleur par ensemble de conducteurs reliés entre eux et ne comportant pas de récepteurs.
- c) Sur papier millimétré, représenter les différents niveaux en utilisant les données.

Exemples (les niveaux ont été représentés sur les schémas) :

- a) Fig. 8. Pile 4,5 V. Une lampe (3,5 V) peut-elle éclairer si elle est branchée entre les points A et B, A et D, C et D, C et E, D et E ?
- b) Fig. 9. Pile 4,5 V. Quelle est la valeur de la tension appliquée aux bornes de chaque lampe pour chacune des positions du commutateur ?

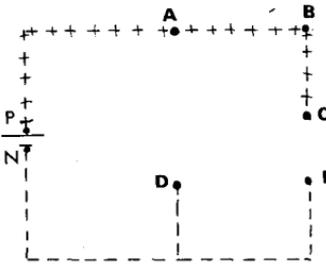


Fig. 8

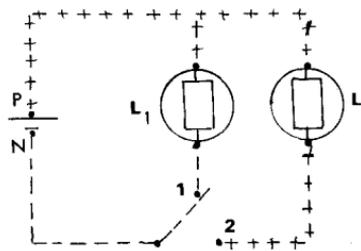


Fig. 9

- c) Fig. 10 et 11. La tension aux bornes du générateur et la tension aux autres bornes d'une des lampes sont données ; il faut en déduire les autres tensions.

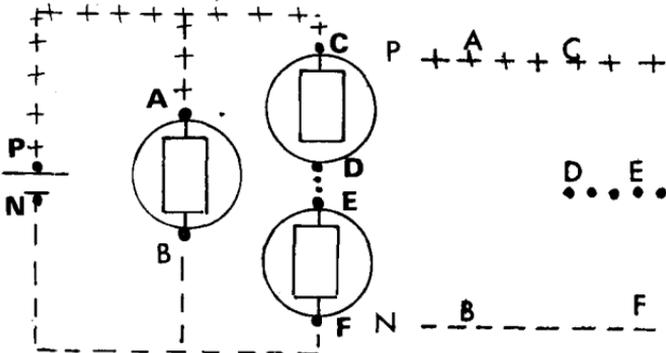


Fig. 10

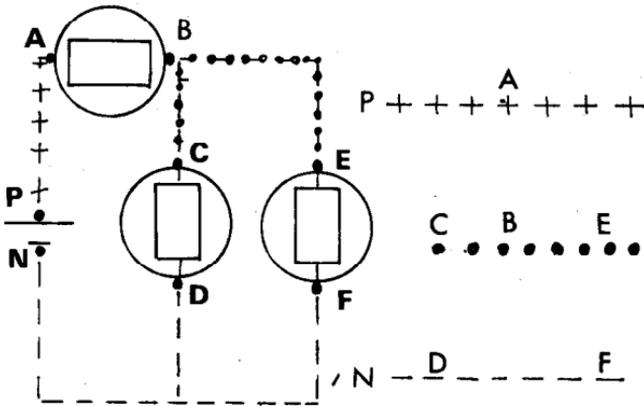


Fig. 11

d) Fig. 12. La pile 4,5 V est utilisée avec des lampes identiques 3,5 V. Les lampes éclairent-elles normalement ; sinon, comment modifier le circuit. Rechercher les court-circuits.

e) Fig. 13. La pile 4,5 V est utilisée avec des lampes identiques 3,5 V. Y a-t-il des conducteurs inutiles ou créant des court-circuits ? Comment les lampes éclairent-elles ? (normalement, faiblement, pas du tout).

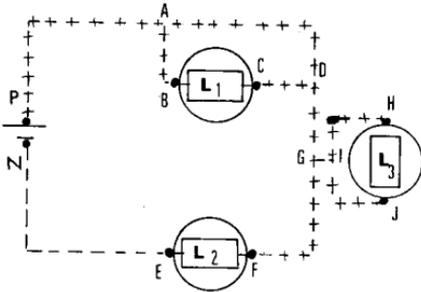


Fig. 12

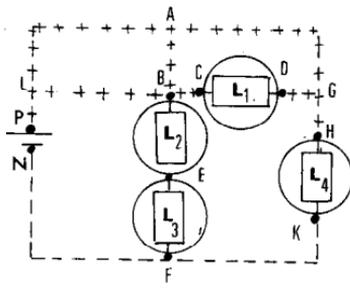


Fig. 13

Après la suppression de ces conducteurs, comment les lampes éclairent-elles ?

Enfin, il est possible de rechercher les pannes dans un circuit électrique défectueux avec le voltmètre en constatant l'anomalie sur le diagramme (lampe grillée - mauvais contact...).